

产品设计中的触觉体验研究

曾栋, 周砖, 程海峰, 李坤刚, 仇式鹏

(中国矿业大学, 徐州 221116)

摘要: **目的** 产品触觉体验是情感化设计的重要方面, 通过整理、归纳目前较为零散的触觉体验研究成果, 为同行研究提供参考。**方法** 通过对国内外相关文献的综述, 讨论了触觉体验概念及其现有研究角度。首先, 从用户期待视角, 解析期待及期待效应的内涵, 阐述期待理论及其在触觉体验中的研究现状。然后, 从材质设计视角, 归纳两类材质触觉体验设计研究类型, 即单触觉模态与跨模态下的材质设计, 并阐述层次化研究方法, 以及现有研究中相应的情感与情绪层、感知维度层、物理属性层的研究内容。**结论** 总结产品设计中触觉体验的研究现状和国内外文献。在此基础上, 提出现有研究存在的不足和未来的研究趋势, 为产品设计领域中的触觉体验研究指明方向。

关键词: 触觉体验; 期待效应; 材质设计; 体验设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)02-0134-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.02.020

Tactile Experience in Product Design

ZENG Dong, ZHOU Zhuan, CHENG Hai-feng, LI Kun-gang, QIU Shi-peng

(China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: The work aims to provide reference for peer research by sorting out and summarizing the relatively scattered research findings of tactile experience, as the tactile experience of products is an important aspect of emotional design. The concept of tactile experience and its existing research perspectives were discussed, through the review of related literature at home and abroad. First, from the perspective of user expectations, the connotation of expectation and expectation effect was analyzed, and the expectation theory and its research status in the tactile experience were elaborated. Next, from the perspective of material design, two types of materials' tactile experience design research was summarized, i.e. material design under single tactile mode and cross mode. Hierarchical research methods, and the corresponding emotion and emotion layer, perception dimension layer, characteristic layer in the existing research were elaborated. The research status of tactile experience in product design and literatures at home and abroad are summarized. On the basis of this, the shortcomings of existing research and the future research trends are proposed, pointing out the direction for tactile experience research in the field of product design.

KEY WORDS: tactile experience; expectation effect; material design; experience design

用户感官是用户在体验产品功能、形式、服务过程中的纽带, 直接影响后续的情感体验与文化体验。近年来, 在竞争激烈的产品市场中, 同类产品的造型、材质等外部特征差异性缩小。这导致了产品同质化现象, 致使用户在接收相同或相似产品的反复刺激后, 逐渐失去了对该类产品的感官体验兴趣^[1]。材质趋同

是造成产品同质化的原因之一, 并且, 针对产品材质的感官体验, 触觉感知往往更真实^[2]。在产品同质化和用户体验的双重驱动下, 触觉体验在产品设计中的重要性与日俱增。本文整理与归纳了近年来国内外产品设计中关于触觉体验研究的文献, 提出了现有研究的不足和未来的研究趋势, 以期为同行研究提供参考。

收稿日期: 2019-10-21

基金项目: 江苏高校哲学社会科学基金项目 (2017SJB0942)

作者简介: 曾栋 (1981—), 男, 湖南人, 中国矿业大学副教授, 主要研究方向为设计思维与情感化设计。

通信作者: 周砖 (1994—), 男, 湖南人, 中国矿业大学硕士生, 主攻设计思维与情感化设计。

1 触觉体验及其研究框架

触觉是指分布于全身皮肤上的感觉感受器在外界的温度、湿度、压力、振动等刺激下，引起冷热、黏滑、软硬、压觉、痛觉、振动觉等感觉，并催生出喜悦、惊奇、失望等情感^[3]。触觉体验是用户感知产品触觉特性，从而形成对产品整体情感的过程。

目前，关于产品触觉体验研究大多为零散理论模型与应用，缺乏系统体系。现有研究成果主要从以下两种角度切入，触觉体验的两种研究角度见图 1。从用户期待的视角出发，洞察用户触觉体验过程中各节点的行为特征，以构建用户触觉体验的心理模型。从产品材质的视角出发，首先，了解材料属性与加工工艺。其次，通过感官实验，测量用户触摸材质时的感性数据，并结合特定产品的使用情景，建立用户心理—物理联系。综合来说，产品设计中的触觉体验研究不仅需要设计师探究用户触觉行为，而且需要他们明晰材质属性，最终将两者结合。

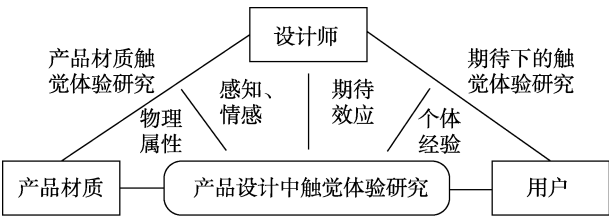


图 1 触觉体验的两种研究角度
Fig.1 Two research perspectives of tactile experience hierarchy

本文首先阐述了期待下的触觉体验理论模型及其应用；其次，梳理材质设计与选择发展脉络，阐明材质研究对于产品触觉体验的必要性，在此基础上，从材质触觉体验研究类型与层次化具体内容展开论述；最后总结现有研究，并讨论了后续发展趋势。

2 期待下的触觉体验研究

期待下的触觉体验代表性研究见表 1。在已有研究

表 1 期待下的触觉体验代表性研究
Tab.1 Tactile experience representative study under expectation

文献	国家	作者和单位	研究内容	案例	结论
[4]	美国	Nancy K Lankton, 马歇尔大学	期望不确定理论 (EDT) 在信息技术领域的应用, 并比较简易与完整的 EDT 在确定用户满意度上是否存在差异	实验对象为 Microsoft Access 软件	对无经验的用户和软件的易用性来说, 完整的期望不确定理论显示的同化效果更强
[5]	美国	Andrew L Geers, 托莱多大学	提出情感期待模型 (AEM), 通过比较实验, 探究先前刺激对情感期待的影响	实验对象为电影剪辑	先前接受过先前刺激的被试, 更有可能将情感反应与情感期待对比。先前刺激是情感期待效应的重要情境调节者。
[6]	英国	Gavin Buckingham, 埃克塞特大学	针对材质—重量错觉问题, 二十二名被试进行心理学实验, 探究期待效应是否影响重量感知	重量相同, 形状均为立方体的聚苯乙烯、橡木、金属铝	认知期望可以独立影响人们对于重量感的感知
[7]	日本	Hideyoshi Yanagisawa, 东京大学	利用反射镜, 设计感官评价实验, 让被试触摸与观看不同材质, 并评价视/触觉组合的评分, 研究期待效应如何影响触觉感知	五种材质 (树脂、弹性体), 视触觉搭配共二十五种组合	不同的视觉刺激能改变人们对触觉样本的感知, 帮助设计师利用期待效应, 设计与探索体验良好的新型材质
[8]	日本	Hideyoshi Yanagisawa, 东京大学	通过三种感知方式进行实验, 对比视触觉与单触觉差异	十四种塑料材质	可以通过视觉期待效应改变用户触觉感知, 以超越用户期望, 改变触觉感知的两种途径为改变材质外观、实际触觉表面属性
[9]	日本	Murakami Tamotsu, 东京大学	基于期待效应为设计者提供设计框架, 并且定性列举若干设计案例以指导设计师	“积极—中立—消极”、“先前—后续”两个维度切入的设计案例描述	为设计人员提供与期待效应相关设计方法和设计手段
[10]	荷兰	Geke D.S. Ludden, 代尔夫特理工大学	将视触觉不一致所造成的惊奇现象分为两类, 即可见的惊奇 (VN) 与隐藏的惊奇 (HN), 并通过感官实验验证它们的差异	实验对象为三种类型的产品 (VN, HN, NN), 每一类六款, 共十八款款	设计师可以应用期待效应所致的惊奇, 根据不同的设计策略, 设计出令人惊讶的产品。
[11]	荷兰	Geke D.S. Ludden, 代尔夫特理工大学	通过讨论六种设计策略如何应用两类惊奇现象 (VN, HN), 深入了解设计师如何、为何创造出令人惊讶的产品, 以及创造惊喜的效果是什么	定性分析讨论若干产品	设计令人惊讶的产品, 并不一定会唤起用户愉悦, 还可能导致其他意外, 如不是用户所期待而导致的失望, 使用户感到被误导或被愚弄
[12]	荷兰	Geke D.S. Ludden, 代尔夫特理工大学	通过不同时间节点的感官实验, 研究惊奇与产品喜好之间的关系, 以及惊奇随着时间推移效果的变化	根据不同的任务, 体验六种不同的产品	人们对令人惊奇的产品的喜爱是不熟悉的产品特征、惊奇之后的积极情绪两种效果的叠加, 人们对产品的惊奇会随着时间的推移而减弱

中,在探讨产品触觉体验原理时,“用户期待”已然成为研究热点。它主要包含三个方面内容,即期待的内涵、期待相关理论模型,以及其在触觉体验中的应用。

2.1 期待的内涵

在与产品交互的过程中,用户往往会通过先前的感知、经验、认知对后续体验进行预测,通过预测,形成对产品的期待。这种期待能对产品的后续体验产生影响,这种影响被称为期待效应(Expectation Effect)^[13]。

2.2 期待相关理论模型

2.2.1 期待不确定理论

Edward Tolman^[14]提出了期待的三种来源,即过往经验、相关推论、当前刺激。期待不确定理论(Expectation Disconfirmation Theory)的变量为个体对某一事物的熟知程度。熟知时,对事物的期待来源于过往经验;不熟知时,对事物的期待则来源于相关推论。并且,基于相关推论的期待相对于基于过往经验的期待,更具不确定性^[4]。简而言之,当人们看到相对陌生的事物时,心理形成的触觉期待更不确定。用户期待不确定,相较于期待确定,更易引起用户关注。通过制造新奇(功能新奇、造型新奇、材质新奇等),有利于造成用户期待的不确定,进而吸引用户继续探索与深入了解。

2.2.2 情感期待模型

Timothy Wilson^[15]将情感期待定义为“人们对特定情境或特定刺激的情感预测”。情感期待模型(Affective Expectation Model)一方面描述了造成情感变化的前提条件是期待与体验间的差异。当个体注意到这种差异时,情感反应与期待形成对比;当这种差异被忽视时,则形成同化。其中,对比意味着扩大期待与后续体验的差异;同化意味着缩小期待与后续体验的差异。另一方面,接受过与先前期望不一致的刺激更有可能在后续体验中与期待形成对比,即扩大期待与体验的差异^[5]。目前,通过期待感知不一致来调节情感,是情感设计的一种重要手段。

2.3 期待在触觉体验中的应用

现阶段,期待在触觉体验的应用中,主要从两个方面进行研究,即视觉期待效应与视触觉不一致下的惊奇。视觉期待效应侧重视觉质感对触觉质感的影响机制;视触觉不一致则侧重结果给用户带来的情感变化。

2.3.1 视觉期待效应

在触觉体验场景中,用户往往从一种感官模态切换到另一种感官模态,例如,先“看”再“触摸”,“看”会无意识地引发基于触觉记忆的心理触觉,这种心理触觉受过往经验的影响,并影响接下来的真实触觉体验,整个过程称之为期待效应。在应用方面,

Hideyoshi Yanagisawa^[7-8]利用视觉期待效应,并通过半透镜实验,发掘了体验较好的视触觉样本组合,为后续新材料设计奠定基础;Murakami Tamotsu^[9]将期待效应作为视触觉设计策略,在情感化设计框架下指导设计师合理应用期待。

2.3.2 视触觉不一致下的惊奇

由于视觉质感具有较强的遥测性,通常会出现假象,所以导致视错觉,换言之,先前视觉预测与当前触觉感知出现不一致,其结果往往能吸引用户的注意,引起用户的惊奇。在产品设计中,创造视触觉不一致成为设计师的创作手段^[16],清晰化惊奇的内在机理,可以辅助设计师创造惊艳的产品。

从惊奇类型看^[11-12],包括隐藏的惊奇(Hidden Novelty)与可见的惊奇(Visible Novelty)。隐藏的惊奇是指看起来很熟悉的某件产品,经过用户实际触摸发现,其纹理特征与期待不一致,从而带来反差。这种惊奇给用户带来的可能是意想不到的喜悦,也有可能使用户因被愚弄而失落。可见的惊奇是指用户不熟悉所见的产品,需要通过根据以往经验猜测,其触觉体验具有探索性质。这种探索的过程本身足以让用户好奇。因此,对设计师来说,在对设计进行迭代改良时,更应偏向于应用隐藏的惊奇,即造成一种认为熟悉实则陌生的意外效果;而在进行全新产品的设计时,更应偏向于应用可见的惊奇,即创造用户之前未接触过的产品,让用户为其感到好奇。

从惊奇持续时间来看^[13],初次接触时,视触觉不一致可以引发惊奇;长期接触后,则形成特定的触觉记忆与用户偏好,并影响后续的认知判断。此过程反复迭代,致使触觉记忆与用户偏好持续更新。过去的惊奇随时间流逝逐渐被用户习惯,致使同类刺激不足以激活惊奇的阈值。由此可知,时间可以削弱用户惊奇的程度。

3 产品材质触觉体验研究

在产品设计中,仅凭功能与造型的驱动已不足以获取商业成功。材质作为用户感知与体验产品的载体,同样也承载着设计师的设计意图,是设计师“匠心”的具体体现。从用户视角,触摸材质是体会设计师“匠心”与认知产品内在含义的渠道之一;从设计师视角,洞悉材质属性以及移情体会用户情感,是提升产品触觉体验的重要措施。

Karana Elvin^[17]提出了“材料驱动设计”,Charlotte Sørensen^[18]指出了“材质选择与材质体验”在产品中的重要性,Sarah Wilkes^[19]认为为了更好地发挥材质的科学与美学属性,工业设计师应与材料科学家建立跨学科合作。因此,材质研究已然成为产品设计领域不可忽视的一环。

不同时期设计师选择材质时所关注的侧重点都有所不同,材质设计的选择准则见表2。20世纪,设

表 2 材质设计的选择准则
Tab.2 Selection principle of material design

作者 (年份)	Patton WJ (1968)	Ashby Mike (1992)	Mangonon Pat (1999)	Ashby Mike (2002)	Karana Elvin (2008)
材质设计 的选择 准则	服务 制造 经济	机械性能 热力性能 制造	物理属性 加工和制造 生命周期 可用性 环境	技术 经济 美学	感官属性 隐性特征 技术性能

计师主要关注产品材质的制造属性（加工制造、物理属性、生产）与经济属性^[20-22]。21 世纪以来，设计师们除了关注制造属性与经济属性以外，同时开始关注材质的美学^[23]、感官特性、隐性特征，例如，Karana Elvin^[24]提出了感官特性（视觉、触觉、嗅觉、听觉、

味觉）与隐性特征（感知、价值、联想、情感、语义），Yukari Nagai^[25]在此基础上提出了“感知特性”是材料“隐性特征”最基本的属性。综上所述，在产品材质设计与选择上，随着时间的推移以及科技水平的提升，从过去的注重功能与成本转移为目前的注重感知体验。本部分将从材质触觉体验研究类型与材质触觉体验层次化研究进行阐述。

3.1 材质触觉体验设计研究类型

材质的触觉体验是包含触觉在内的用户感官对材质的感知。近十年国内外的材质触觉体验设计代表性研究见表 3。归纳各文献材质触觉体验感知模态类型，可以分为两类：一类是单触觉模态下的材质触觉体验，重点关注材质隐性特征等；另一类是跨模态下的材质触觉体验，重点关注触觉模态与其他感知模态对同一材质感知的差异性。

表 3 材质触觉体验设计代表性研究
Tab.3 Representative study on tactile experience design of materials

文献	年份	国家	作者和单位	研究内容	案例	结论
[26]	2009	英国	X Chen, 利兹大学	材料属性如何影响触觉体验	三十七种包装纸盒	通过建立情感—感知—材料关系层次,有利于产品材质的理性选择和改进
[27]	2010	荷兰	Anna Fenko, 代尔夫特理工大学	通过感官评价实验来确定材料触觉属性和颜色对产品温暖体验的相对重要性,并研究温暖的字面意义与比喻意义	围巾和早餐托盘	材质的触觉属性与颜色均会影响温暖感,经访谈研究发现,温暖感有社交互动、亲密、友好的比喻意义,进而影响人的愉悦感
[28]	2011	日本	Yukari Nagai, 北陆先端科学技术大学院大学	通过构建概念网络,研究用户与材质触觉交互背后的深度印象和隐性特征	七种常见的人造材料与自然材料	基于概念网络及其重要节点,易于理解用户触觉习惯,为识别隐性特征与深度印象提供了方法支持
[29]	2012	中国	何聪艳, 东华大学	分别在触觉单模态和视触觉双模态下,采用平置按压与捏持弯曲的触摸方式,评价织物的柔软感	十一块机织面料	无论平置按压还是捏持弯曲,视触觉双模态的辨别阈值总小于触觉单模态
[30]	2012	比利时	Lisa Wastiels, 布鲁塞尔自由大学	通过感官评价实验,研究室内墙壁颜色与表面粗糙度对温暖感的影响	十种粗糙度不同的石材,十种颜色不同的石材	颜色的变化比粗糙度变化对于温暖感知具有更大的影响,颜色相同的情况下,越粗糙则越温暖
[31]	2013	比利时	Anne Klöcker, 鲁汶大学	通过测量法向与切向作用力分量以及指尖轨迹,确定哪些因素影响人们触摸材质表面的愉悦感	十二种不同材质(砂纸、海绵、胶乳、麻布、木材、塑料等)	影响愉悦感的因素:手指在材质表面滑动所产生的平均摩擦力大小、材质表面面貌特征
[32]	2013	瑞典	Siv Lindberg, 瑞典农业科学大学	探究木材属性与产品语义之间的联系	九种木材(实木、橡木、复合材质)	实木被认为是自然的;橡木是独特的;复合材料在感知属性上呈现较大的变化
[33]	2015	日本	Waka Fujisaki, 国家先进工业科学技术研究所	研究同一材质不同感知通道(视觉、触觉、听觉)的感知判断是否一致	二十二种木材	同一类材质在不同模态下其感知判断基本一致
[34]	2017	中国	唐帮备, 重庆大学	分析用户视触觉体验测试原理,构建评价体系,建立评价模型	三十八种汽车内饰件	对个性化定制产品、批量生产产品所面临的问题得到了解决,并且可不断积累目标用户群对未来创新概念产品的材质喜好和等效阈值

3.1.1 触觉模态下的材质触觉体验

单触觉模态的优点是不受其他感官影响。在单触觉模态下,被试对材质表面纹理的感知更敏感,其关注重点在于单独触觉通道感知所引发的概念联想、语义联想等隐性特征。例如, Yukari Nagai^[28]通过构建概念网络,研究材质背后的深度印象,以理解用户触觉习惯; Siv Lindberg^[32]探索木材与语义之间的联系,赋予不同木材不同的语义标签,其目的在于选择适当材质以匹配具体的设计意图。

3.1.2 跨模态下的材质触觉体验

用户单触觉模态感知是理想情境,在真实的体验场景中,通常需要其他感知模态的参与。在跨模态的材质触觉体验研究中, Waka Fujisaki^[33]认为同一类材质在不同模态下其感知判断基本一致,但存在内部权重差异,例如石头的触觉感知为坚硬,则视觉与听觉也有类似判断。然而,触觉模态与其他模态影响某一情感的权重略有差异。在各模态权重差异研究中, Lisa Wastiels^[30]也得出类似结论:颜色,相比于粗糙度,对石材温暖感的影响更大。

综上所述,无论是触觉单模态还是跨模态,建立材质客观物理属性与用户主观情感、感知的联系,是近十年材质触觉体验研究的主要思路。

3.2 材质触觉体验层次化研究

为结构化触觉体验, Chen 等^[26]从模糊到清晰,自上而下地提出情感与情绪、触觉感知、材质物理属

性的层次化模型。也有学者简化了层级,研究其中两层。各层级内容见表 4。

在情感与情绪(Affection or Emotion)层级中,情感释义词汇受研究问题与对象影响。例如,当研究家用墙面石材时^[30, 35],都会用“温暖感”诠释用户情感,其原因在于“家”有温暖的含义。当研究礼物纸盒包装时^[26, 41],则选用“兴奋、愉悦、自然、喜欢”等词语,原因在于“礼物”可以使人开心愉悦。当研究面料^[42]、牛仔裤^[43]等纺织用品时,会选用“舒适感”来表达用户情感。由此可知,在情感与情绪层面,选择词语来描述产品时,通常需要先明朗该产品的隐性特征(感知、价值、联想、情感、语义),然后再选择与这些隐性特征相关联的词语。

在感知维度(Perception Dimension)层级中,现有文献极少阐述使用某感知维度的缘由,也没有明显迹象证实感知维度与研究对象相关。对此, Shogo Okamoto^[44]归纳了组成触觉纹理的三个主要感知维度,即粗糙/光滑、软/硬、冷/暖,它们涵盖了触觉感知的绝大多数信息。另外,在粗糙/光滑维度下有两个分支,即干/湿维度、黏/滑维度。

在材质物理属性(Characteristic)层级中,依据材质不同而各有差异,常见的有表面粗糙度、摩擦系数、温度、导热系数、比热容、密度等,这些均可通过仪器直接或间接的测量。

在确定各层级的研究属性后,结合感性工学方法,进行感官评价实验,以获取用户数据。接着,进行数据分析。一方面,层级内部降维,其主要方法有

表 4 各层级内容
Tab.4 Content of each level

	作者	年份	案例	具体内容	文献
材 质 物 理 属 性	X Chen	2009	纸盒包装	温度、粗糙度、蠕变柔量、摩擦系数	[26]
	Anna Fenko	2010	围巾、托盘	粗糙度、颜色	[27]
	Lisa Wastiels	2012	石材	粗糙度、颜色	[30]
	Anne Klöcker	2013	十二种不同材质	摩擦引起的振动的衰减系数、动摩擦系数	[31]
	Lisa Wastiels	2012	石材	导热系数、比热容、热扩散系数、密度、粗糙度、颜色	[35]
	Mohammed S Alsoufi	2016	汽车内饰	拉伸应力、弯曲模量、密度	[36]
感 知 维 度	唐帮备	2017	汽车内饰	粗糙/光滑、软/硬	[34]
	Yoshihiro Tanaka	2006	面料	粗糙/光滑、干/湿、软/硬、冷/暖	[37]
	Ian R Summers	2008	纸	粗糙/光滑	[38]
	Steve Guest	2011	流体	黏/滑、粗糙/光滑	[39]
	Steve Guest	2011	面料	粗糙/光滑、干/湿、软/硬	[40]
情 感 与 情 绪	X Chen	2009	礼物包装	兴奋的、愉悦的、柔和的、自然的等	[26]
	Lisa Wastiels	2012	石材	温暖感	[30]
	Lisa Wastiels	2012	石材	温暖感	[35]
	X Chen	2009	礼物包装	喜欢/不喜欢	[41]
	Les M Sztandera	2009	面料	舒适感	[42]
	OsmudRahman	2014	牛仔裤	舒适感	[43]

主成分分析、因子分析、多维尺度分析等,用以消除各个变量之间的共线性,使变量间相对独立。另一方面,各层级之间建立连接关系,主要方法有相关性分析、回归分析等。通过以上方法,最后建立情感—感知—属性的层级关系,使模糊的触觉体验明朗化。

综上所述,材质的复杂性决定了情感的多元性。况且,同一材质的不同产品因其形式、语义、使用场景不同,致使用户情感也有微妙差异。目前,建立层次化关系是清晰化材质触觉体验的有效手段。在各层次具体内容的选择上,研究者需根据具体研究问题与研究案例,并且结合实际产品的使用场景来综合考虑。

4 研究总结与趋势展望

4.1 研究总结

第2节和第3节分别从用户期待角度和材质设计角度展开了文献研究。前者探讨了触觉质感与视觉质感的内在联系,即过去的触觉质感经大脑处理转化为视觉质感,这种间接视觉质感对后续的触觉质感产生了视觉期待效应,这种期待与当前感知的不一致会引发用户惊奇。此类研究关注于“人”,通过展开心理学实验,以获取人在触觉体验中的感知数据,用以挖掘用户触觉感知的内在影响因素,如认知、经验、偏好,为提升材质的触觉体验提供支持。后者探讨了单独触觉模态与跨模态材质体验的不同,以及建立材质物理属性、感知维度和情感的层次化体系。此类研究关注于“物”,通过感官实验,以测量各感知维度数据与情感数据,并与材质的具体物理属性建立联系,明确了材质属性与人类情感映射关系,从而为材质设计与选择上提供参考。

综合来看,以上两类研究分别从不同领域展开,但也不可避免的导致了相应的研究缺陷。例如,在材质触觉体验评价方面,仅仅评价产品本身质感优劣还不够全面,评价还应该包括用户的期待,例如,即使某产品本身属性并不突出,但是却超越了用户期待,给用户带来了惊喜,这种惊喜程度可以作为用户体验评价的指标之一。在产品触觉期待研究方面,可以结合材质研究相关内容,即具体哪些物理属性让用户惊奇,以便于清晰化不易描述的惊奇体验,也便于设计师采取具体措施提升触觉体验。

4.2 趋势展望

产品设计中触觉体验研究是一项包含工业设计、心理学、材料学等多学科交叉的研究工作,国内对此研究较少,国外对其研究时间也不长,尚未形成完整理论体系。随着用户对材质情感化体验的较高要求,以及材料科学的发展,其发展趋势将在以下几方面展开。

4.2.1 用户主观数据的准确获取

在触觉体验研究过程中,能否准确获取真实的用

户情绪数据、情感数据、感知数据是关键问题,这直接关系到材质的选择与设计。目前主要以感官实验和问卷量表的形式获取,但准确性不高,可以通过记录用户生理数据,如脑电波数据、用户表情记录等,用以获取与验证用户主观数据。

4.2.2 新材质的开发

目前对于材质客观数据与用户主观数据的结合与联系,多是从现象出发,而改变材质属性、新材质开发是触觉体验设计的直接目的。通过系统地建立用户端至材质端数据库,并随着材料科学的发展,提供切实可行的以用户为中心的材质设计与开发成为一大趋势。

5 结语

产品触觉体验是一个较模糊的过程,这与材质本身属性的复杂性、个人长期积累的经验及体验的差异有关。利用感官实验与感性工学研究方法和技术,建立用户心理与材质之间的关系,可以使设计师对这一模糊过程的认识明朗化,有利于产品材质的设计与选择。本文分别从人的心理与行为、材质的角度切入,总结了近年来对触觉体验的期待研究与材质研究。并且,从研究内容、研究案例和研究结果分别展开综述,讨论了工业材质触觉体验设计研究的发展趋势。

参考文献:

- [1] MARTINDALE C. The Clockwork Muse: The Predictability of Artistic Change[M]. New York: Basic Books, 1990.
- [2] 赵宏霞, 才智慧, 何珊. 基于虚拟触觉视角的在线商品展示、在线互动与冲动性购买研究[J]. 管理学报, 2014, 11(1): 133-141.
ZHAO Hong-xia, CAI Zhi-hui, HE Shan. The Relationship Between Online Merchandise Displaying, Online Interaction and Impulsive Buying Based on Virtual Tactility[J]. Journal of Management, 2014, 11(1): 133-141.
- [3] 王妍, 吴斯一. 触觉传感: 从触觉意象到虚拟触觉[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版), 2011, 13(5): 93-98.
WANG Yan, WU Si-yi. Tactile Sensing: From Tactile Imagery to Virtual Tactile[J]. Journal of Harbin Institute of Technology (Social Science Edition), 2011, 13(5): 93-98.
- [4] LANKTONN, MCKNIGHT D H. Examining Two Expectation Disconfirmation Theory Models: Assimilation and Asymmetry Effects[J]. Journal of the Association for Information Systems, 2012, 13(13): 88-115.
- [5] ANDREW L G, DANIEL L. Affective Assimilation and Contrast: Effects of Expectations and Prior Stimulus Exposure[J]. Basic & Applied Social Psychology, 2005, 27(2): 143-154.

- [6] BUCKINGHAM G, RANGER N S, GOODALE M A. The Material-weight Illusion Induced by Expectations Alone[J]. *Attention Perception & Psychophysics*, 2011, 73(1): 36-41.
- [7] YANAGISAWA H, TAKATSUJI K. Effects of Visual Expectation on Perceived Tactile Perception: an Evaluation Method of Surface Texture with Expectation Effect[J]. *International Journal of Design*, 2015, 9(1): 39-51.
- [8] YANAGISAWA H, TAKATSUJI K. Visual Expectation Effect on Tactile Texture: Toward Sensory Design Using Expectation Disconfirmation[C]. Chicago: ASME, 2012.
- [9] MURAKAMI T, NAKAGAWA S, YANAGISAWA H. Proposal of "Expectology" as Design Methodology[C]. Copenhagen: The Design Society, 2011.
- [10] LUDDEN G, SCHIFFERSTEIN H N J, HEKKERT P. Surprises Elicited by Products Incorporating Visual-Tactual Incongruities[C]. Ankara: Middle East Technical University, 2004.
- [11] LUDDEN G, SCHIFFERSTEIN H, HEKKERT P. Surprise as a Design Strategy[J]. *Design Issues*, 2008, 24(2): 28-38.
- [12] LUDDEN G, SCHIFFERSTEIN H N J, HEKKERT P. Beyond Surprise: A Longitudinal Study on the Experience of Visual-Tactual Incongruities in Products[J]. *International Journal of Design*, 2012, 6(1): 1-10.
- [13] DELIZA R, MACFIE H J H. The Generation of Sensory Expectation by External Cues and Its Effect on Sensory Perception and Hedonic Ratings: a Review[J]. *Journal of Sensory Studies*, 2010, 11(2): 103-128.
- [14] TOLMAN E C. Purposeful Behavior in Animals and Men[J]. *Psychological Clinic*, 1932, 21(1): 64-66.
- [15] WILSON T D, LISLE D J, KRAFT D, et al. Preferences as Expectation-driven Inferences: Effects of Affective Expectations on Affective Experience[J]. *Journal of Personality & Social Psychology*, 1989, 56(4): 519-30.
- [16] 马君. 视觉质感在包装设计中的建构方法及拓展价值研究[D]. 无锡:江南大学, 2015.
MA Jun. Research of the Construction Method and Expand Value of Visual Texture in Packaging Design[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.
- [17] KARANA E, BARATI B, ROGNOLI V, et al. Material Driven Design (MDD): a Method to Design for Material Experiences[J]. *International Journal of Design*, 2015, 9(2): 35-54.
- [18] SÖRENSEN C A, JAGTAP S, WARELL A. Material Selection in Industrial Design Education - a Literature Review[C]. Aalborg: The Design Society, 2016.
- [19] WILKES S, WONGSRIRUKSA S, HOWES P, et al. Design Tools for Interdisciplinary Translation of Material Experiences[J]. *Materials & Design*, 2016, 90: 1228-1237.
- [20] PATTONW J. *Materials in Industry*[M]. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1968.
- [21] ASHBY M F. *Materials Selection in Mechanical Design*[M]. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.
- [22] MANGONON P L. *The Principles of Materials Selection for Engineering Design*[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.
- [23] ASHBY M F. *Materials and Design: the Art and Science of Material Selection in Product Design*[M]. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
- [24] ELVINK, HEKKERT P, KANDACHAR P. Material Considerations in Product Design: A Survey on Crucial Material Aspects Used by Product Designers[J]. *Materials & Design*, 2008, 29(6): 1081-1089.
- [25] NAGAI Y, GEORGIEV G V. The Role of Impressions on Users' Tactile Interaction with Product Materials: An Analysis of Associative Concept Networks[J]. *Materials & Design*, 2011, 32(1): 291-302.
- [26] CHEN X, BARNES C J, CHILDS T H C, et al. Materials' Tactile Testing and Characterisation for Consumer Products' Affective Packaging Design[J]. *Materials & Design*, 2009, 30(10): 4299-4310.
- [27] FENKO A, SCHIFFERSTEIN H N J, HEKKERT P. Looking Hot or Feeling Hot: What Determines the Product Experience of Warmth?[J]. *Materials & Design*, 2010, 31(3): 1325-1331.
- [28] NAGAI Y, GEORGIEV G V. The Role of Impressions on Users' Tactile Interaction with Product Materials: An Analysis of Associative Concept Networks[J]. *Materials & Design*, 2011, 32(1): 291-302.
- [29] 何聪艳, 胡吉永, 丁辛. 不同感觉模态下评价织物柔软感的心理物理特性[J]. *东华大学学报(自然科学版)*, 2012, 38(4): 381-385.
HE Cong-yan, HU Ji-yong, DING Xin. Psychophysical Characteristics of Fabric Softness Evaluation for Different Sensory Modalities[J]. *Journal of Donghua University(Science edition)*, 2012, 38(4): 381-385.
- [30] WASTIELS L, SCHIFFERSTEIN H N J, HEYLIGHEN A, et al. Red or Rough, What Makes Materials Warmer?[J]. *Materials & Design*, 2012, 42: 441-449.
- [31] KLÖCKER A, WIERTLEWSKI M, THÉATE V, et al. Physical Factors Influencing Pleasant Touch during Tactile Exploration[J]. *Plos One*, 2013, 8(11): e79085.
- [32] LINDBERG S, ROOS A, KIHLESTEDT A, et al. A Product Semantic Study of The Influence of The Sense of Touch on The Evaluation of Wood-based Materials[J]. *Materials & Design*, 2013, 52(1): 300-307.
- [33] FUJISAKI W, TOKITA M, KARIYA K. Perception of The Material Properties of Wood Based on Vision, Audition, and Touch[J]. *Vision Research*, 2015, 109(3): 185-200.
- [34] 唐帮备, 郭钢, 夏进军. 基于用户视/触觉体验的工业设计材质测评方法研究[J]. *机械工程学报*, 2017, 53(3): 162-172.
TANG Bang-bei, GUO Gang, XIA Jin-jun. Method for Industry Design Material Test and Evaluation Based on User Visual and Tactile Experience[J]. *Journal of Mechanical Engineering*, 2017, 53(3): 162.
- [35] WASTIELS L, SCHIFFERSTEIN H N J, HEYLIGHEN

- A, et al. Relating Material Experience to Technical Parameters: A Case Study on Visual and Tactile Warmth Perception of Indoor Wall Materials[J]. Building & Environment, 2012, 49(3): 359-367.
- [36] ALSOUFI M S. Tactile Perception of Passenger Vehicle Interior Polymer Surfaces: An Investigation Using Fingertip Blind Observations and Friction Properties[J]. International Journal of Science & Research, 2016, 5(5): 1447-1454.
- [37] TANAKA Y, TANAKA M, CHONAN S. Development of a Sensor System for Collecting Tactile Information[J]. Microsystem Technologies, 2007, 13(8): 1005-1013.
- [38] SUMMERS I R E. Haptic Discrimination of Paper[J]. Human Haptic Perception Basics & Applications, 2008, 5(3): 525-535.
- [39] GUEST S, MEHRABYAN A, ESSICK G, et al. Physics and Tactile Perception of Fluid - covered Surfaces[J]. Journal of Texture Studies, 2012, 43(1): 77-93.
- [40] GUEST S, DESSIRIER J M, MEHRABYAN A, et al. The Development and Validation of Sensory and Emotional Scales of Touch Perception[J]. Atten Percept Psychophys, 2011, 73(2): 531-550.
- [41] CHEN X. Exploring Relationships between Touch Perception and Surface Physical Properties[J]. International Journal of Design, 2009, 3(2): 67-76.
- [42] SZTANDERA L M. Tactile Fabric Comfort Prediction Using. Regression Analysis[J]. Wseas Transactions on Computers, 2009, 8(8): 292-301.
- [43] RAHMAN O. The Influence of Visual and Tactile Inputs on Denim Jeans Evaluation[J]. International Journal of Design, 2012, 6(1): 11-25.
- [44] OKAMOTO S, NAGANO H, YAMADA Y. Psychophysical Dimensions of Tactile Perception of Textures[J]. IEEE Transactions on Haptics, 2013, 6(1): 81-93.

(上接第124页)

参考文献:

- [1] 赵祖武. 明清床榻[M]. 天津: 百花文艺出版, 2006.
ZHAO Zu-wu. Ming and Qing Bed[M]. Tianjin: Baihua Literature and Art Publishing, 2006.
- [2] 余肖红. 明清家具雕刻装饰图案现代应用的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
YU Xiao-hong. Study on Modern Application of Furniture Carving Decorative Pattern in Ming and Qing Dynasties[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2006.
- [3] 牛晓霆. 明清家具纹饰艺术[M]. 哈尔滨: 黑龙江美术出版社, 2015.
NIU Xiao-ting. Art of Ming and Qing Furniture Decoration[M]. Harbin: Heilongjiang Fine Arts Publishing House, 2015.
- [4] 周贤永, 梁雅淇, 刘凤, 等. 基于设计思考和 TRIZ 的画架便携一体式画箱设计[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 23-28.
ZHOU Xian-yong, LIANG Ya-qi, LIU Feng, et al. Design of Portable Integrated Picture Frame Based on Design Thinking and TRIZ Easel[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 23-28.
- [5] 孙东阳. TRIZ 理论在旅游纪念品设计中的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(12): 248-252.
SUN Dong-yang. Application of TRIZ Theory in the Design of Tourist Souvenirs[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(12): 248-252.
- [6] 杨明朗, 卢晓琴, 杨晓丹. TRIZ 理论在平面设计中的应用[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 196-197.
YANG Ming-lang, LU Xiao-qin, YANG Xiao-dan. Application of TRIZ Theory in Graphic Design[J]. Packaging Engineering, 2005(4): 196-197.
- [7] 杨晓燕, 王美玲, 杜越. 汉规矩镜纹样在女性化妆品包装设计中的应用[J]. 包装工程, 2018, 39(6): 69-73.
YANG Xiao-yan, WANG Mei-ling, DU Yue. Application of Han Ruled Mirror Pattern in Female Cosmetic Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(6): 69-73.
- [8] 宁彤彤, 季铁, 闵晓蕾. 基于侗族鸟图腾文化的数字创意产品开发[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 34-39.
NING Tong-tong, JI Tie, MIN Xiao-lei. Digital Creative Product Development Based on Dong Bird Totem Culture[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(10): 34-39.
- [9] 周岳. 传统纹样构建当代视觉形象的五大优势[J]. 美术观察, 2018(9): 139.
ZHOU Yue. Five Advantages of Traditional Patterns in Constructing Contemporary Visual Images[J]. Art Observation, 2018(9): 139.
- [10] 王辉. 中国传统吉祥图形在平面设计中的应用[J]. 四川戏剧, 2013(8): 72-76.
WANG Hui. Application of Chinese Traditional Auspicious Graphics in Graphic Design[J]. Sichuan Drama, 2013(8): 72-76.